

การพัฒนาตำรับครีมยาทาพระเส้นในรูปแบบอิมัลชันผลึกเหลว: การศึกษาเบื้องต้น

นฤมล เพรียงวงศ์^{1*} ชูชัยลาร์ ดอเลาะ² อิลฟาร์ มานะ²

รับบทความ: 2 กันยายน พ.ศ. 2568/ แก้ไขบทความ: 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2568/ ตอรับบทความ: 13 ธันวาคม พ.ศ. 2568

บทคัดย่อ

ยาทาพระเส้นตามบัญญัติหลักแห่งชาติ พ.ศ.2568 มีสรรพคุณบรรเทาอาการทางระบบกล้ามเนื้อ โดยรูปแบบการใช้ดั้งเดิมคือการแช่สมุนไพรในเหล้าแล้วทาบริเวณที่มีอาการปวดเมื่อย อย่างไรก็ตามการใช้เทคโนโลยีนำส่งยา เช่น ผลึกเหลว ซึ่งสามารถควบคุมการปลดปล่อยตัวยาและซึมผ่านผิวหนังได้ดี จะช่วยให้ยาทาพระเส้นออกฤทธิ์เฉพาะที่ได้เป็นอย่างดีมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาตำรับยาทาพระเส้นในรูปแบบอิมัลชันผลึกเหลว โดยศึกษาสัดส่วนของสารเคมีในอิมัลชันพื้นและสารสกัดยาทาพระเส้นที่เหมาะสม วิธีการทดลอง ได้ออกแบบสูตรอิมัลชัน 7 สูตร และประเมินลักษณะทางกายภาพ เคมี รวมถึงโครงสร้างของผลึกเหลวที่แสดงลักษณะ Maltese Cross Structure ทั้งก่อนและหลังทดสอบ ความคงตัวในระยยะสั้น (Heating cooling cycle) และระยยะยาว (เก็บที่อุณหภูมิห้องนาน 1 เดือน) ผลการศึกษาเบื้องต้น พบว่าอิมัลชันผลึกเหลวยาทาพระเส้น สูตร F5 ซึ่งประกอบด้วย nikkomulesse LC ร้อยละ 5, cetosteryl alcohol ร้อยละ 10, caprylic/capric triglyceride ร้อยละ 12, 1,3-butylene glycol ร้อยละ 5, carbopol 940 ร้อยละ 0.5, L-arginine ร้อยละ 0.1, DMDM hydantoin ร้อยละ 0.3 และสารสกัดยาทาพระเส้น ร้อยละ 1 มีความคงตัวทางกายภาพและเคมีดีที่สุด ลักษณะกายภาพของอิมัลชันคือเนียนละเอียด ไม่แยกชั้น ชุ่มชื้น ซึมซาบดี สีเขียวอ่อน มีกลิ่นสมุนไพรเล็กน้อย มีค่าความหนืด 134,977 mPas และ pH 5.76 ไม่เปลี่ยนแปลงกับผิวหนังมนุษย์ หลังการทดสอบความคงตัว ค่า pH และความหนืดยังคงอยู่ในช่วงที่เหมาะสม และยังคงพบโครงสร้างผลึกเหลวแบบ maltese cross structure ทั้งก่อนและหลังทดสอบความคงตัว แสดงให้เห็นว่าอิมัลชันผลึกเหลวยาทาพระเส้น สูตร F5 ในเบื้องต้นมีความคงตัวดี ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในอนาคต ควรมุ่งเน้นไปที่การศึกษาสารออกฤทธิ์ของตำรับยาทาพระเส้น การควบคุมคุณภาพของสารสกัด การศึกษาความคงสภาพของผลิตภัณฑ์ตามหลักเกณฑ์ของอาเซียน (ASEAN Guideline) การทดสอบความเป็นพิษของทั้งสารสกัดและผลิตภัณฑ์ ตลอดจนการศึกษาการซึมผ่านของสารสกัดหรือผลิตภัณฑ์ ก่อนนำไปสู่การทดสอบประสิทธิภาพในอาสาสมัครในลำดับต่อไป

คำสำคัญ : อิมัลชัน, ผลึกเหลว, คลายกล้ามเนื้อ, ยาทาพระเส้น

¹ อาจารย์สาขาการแพทย์แผนไทย วิทยาลัยการแพทย์แผนตะวันออก มหาวิทยาลัยรังสิต

² นักศึกษาหลักสูตรการแพทย์แผนไทยบัณฑิต วิทยาลัยการแพทย์แผนตะวันออก มหาวิทยาลัยรังสิต

* ผู้รับผิดชอบบทความ : Email: naruemon.p@rsu.ac.th เบอร์โทร 0811580490

Development of Ya-Tha-Phra-Sen Formulation in Liquid Crystal Emulsion Form: A Preliminary Study

Naruemon Perst Wong^{1*} Suhaila Doloh² Ilfa Mana²

Received: 2 September 2025/ Revised: 8 November 2025/ Accepted: 13 December 2025

Abstract

Ya-Tha-Phra-Sen (YTPS), a traditional Thai herbal remedy listed in the National List of Essential Medicines, is widely used for relieving musculoskeletal pain. Traditionally, YTPS is prepared by soaking medicinal herbs in alcohol for topical application. To enhance therapeutic efficacy, this study aimed to modification the formulation of YTPS in the form of a liquid crystal (LC) emulsion, which offers controlled drug delivery and improved transdermal absorption. The formulation of YTPS-LC emulsion process involved designing 7 different formulas by varying the ratio of chemical components. Seven of YTPS-LC emulsion was evaluated for the physical and chemical stability of YTPS-LC through both short-term (heating-cooling cycles) and long-term (1-month room temperature storage) stability tests, in preliminary study. In addition, the LC structure was examined using polarized light microscopy to detect the presence of a maltese cross structure. The preliminary result showed that YTPS-LC emulsion No. F5 demonstrated the most desirable characteristics and the highest stability. It consisted of 5% nikkomulesse LC, 10% cetosteryl alcohol, 12% caprylic/capric triglyceride, 5% 1,3-butylene glycol, 0.5% carbopol 940, 0.1% L-arginine, 0.3% DMDM hydantoin, and 1% YTPS extract. YTPS-LC emulsion No. F5 exhibited a smooth and homogeneous texture, non-greasy feel, good moisturization, excellent skin spread ability, light green color, and a mild herbal scent. The viscosity was 134,977 mPas, and the pH was 5.76, which is close to the natural pH of human skin. YTPS-LC emulsion No. F5 presented the Maltese Cross structure both before and after stability testing, indicating that this formula was stable. The findings suggest that YTPS-LC emulsion No. F5 demonstrated sufficient preliminary stability. Future studies should focus on investigating the active compounds of the YTPS-formulation, performing quality control on the extract, conducting stability studies according to the ASEAN Guideline, carrying out toxicity testing of both the extract and final product, and examining the permeability of the extract or product, before proceeding to efficacy testing in human volunteers.

Keywords: Emulsion, Liquid crystal, Muscle relaxant, Ya-Tha-Phra-Sen

¹ Department of Thai Traditional Medicine, College of Oriental Medicine, Rangsit University

² Thai Traditional Medicine Program, College of Oriental Medicine, Rangsit University

* Corresponding author; Email: naruemon.p@rsu.ac.th, Tel 0811580490

บทนำ

กลุ่มอาการทางระบบกล้ามเนื้อเป็นปัญหาสำคัญด้านสาธารณสุขของประเทศไทย โดยในปี พ.ศ. 2566 พบว่าอยู่ในลำดับที่ 4 ของสาเหตุการเจ็บป่วย 10 อันดับแรก (กองยุทธศาสตร์และแผนงาน สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข, 2567) ผู้ป่วยมักมีอาการปวดบริเวณหลังส่วนล่าง ข่าไหล่ แขน และขา ซึ่งเกิดจากปัจจัยหลายประการ ทั้งด้านชีวกลศาสตร์ เช่น ลักษณะท่าทางการทำงาน และปัจจัยส่วนบุคคล เช่น อายุและน้ำหนักตัว แนวทางการรักษาประกอบด้วยการให้คำแนะนำเพื่อลดปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอาการปวด ได้แก่ การควบคุมน้ำหนัก การผ่อนคลายกล้ามเนื้อ การประคบร้อน และการบริหารร่างกายเพื่อคลายความตึงตัวของกล้ามเนื้อ นอกจากนี้ยังมีการบรรเทาอาการด้วยยาที่อยู่ในบัญชียาหลัก เช่น พาราเซตามอล (Paracetamol) นอร์จีสสิก (Norgesic) และไอบูโพรเฟน (Ibuprofen) (วรรณวิมล เมฆวิมล กิ่งแก้ว, 2016) การรักษาโรคกลุ่มอาการทางระบบกล้ามเนื้อตามองค์ความรู้ของการแพทย์แผนไทย ได้แก่ หัตถเวช (การนวดเฉลยศักดิ์ การนวดราชสำนัก และการนวดกตจุฑารักษาโรค) และการใช้สมุนไพรรับประทาน (ยาเถาวัลย์เปรียง ยาแก้ลมแก้เส้น ยาแก้ลมอัมพฤกษ์) และยาใช้ภายนอก (เจลพริก ครีมน้ำมันไพล ยาสเปรย์กระดูกไก่ดำ น้ำมันยาทาพระเส้น) (คณะกรรมการพัฒนาระบบยาแห่งชาติ, 2568) ยาทาพระเส้น (Ya-Tha-Phra-Sen ; YTPS) มีข้อบ่งใช้ แก้ลมจับโป่ง บรรเทาอาการปวดเนื่องจากข้อเข่าเสื่อม แก้ปวดเมื่อย เคล็ด ขัด ยอก โดยตำรับยาทาพระเส้นถูกรวบรวมไว้ในตำราพระโอสถพระนารายณ์ ระบุส่วนประกอบ 13 ชนิด ได้แก่ พริกไทย ข่า กระชาย หอมแดง กระเทียม มหาหิงค์ ยาดำ ตะไคร้ ใบขี้เหล็ก ใบตองแตก ใบมะขาม ใบเลี่ยน และใบมะค่าไก่ วิธีการเตรียมให้นำสมุนไพรทั้งหมด ตำให้ละเอียด ห่อด้วยผ้าขาวบาง หักด้วยเหล้าขาวหรือน้ำส้มสายชู (เป็นน้ำกระสายยา) คั้นเอาแต่น้ำมาทาบริเวณที่มีอาการปวดเมื่อย (สำนักคุ้มครองภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย กรมการพัฒนาระบบการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก, 2555) รายงานการศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาพบว่า ยาทาพระเส้นมีสารสำคัญหลัก ได้แก่ เบต้า-อามิริน (β -amyrin) และสติกมาสเตอรอล (stigmaterol) โดยสารสกัดเอทานอลของยาทาพระเส้นซึ่งมี β -amyrin และ stigmaterol แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านการอักเสบต่อเซลล์มาโครฟาจ (RAW 264.7) และเซลล์ THP-1 กลไกการออกฤทธิ์เกี่ยวข้องกับการยับยั้งการสร้างไนตริกออกไซด์ และการลดการผลิตไซโตไคน์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการอักเสบ ได้แก่ อินเตอร์ลิวคิน-1 เบต้า ($IL-1\beta$), อินเตอร์ลิวคิน-6 ($IL-6$) และทูเมอร์เนโครซิสแฟกเตอร์-อัลฟา ($TNF-\alpha$) (Angsusing et.al., 2024) ปัจจุบันยาทาพระเส้นถูกนำมาพัฒนาในรูปแบบยาเตรียม 4 ประเภท ได้แก่ (1) ครีม ที่มีสารสกัดยาทาพระเส้นร้อยละ 8 (สมสิริ นามปิ่นเขต และคณะ, 2550) (2) บาล์ม ที่มีส่วนผสมของสมุนไพรในตำรับยาทาพระเส้น (สุพนิดา วินิจฉัย & พัลลภา วุฒิภาพรกุล, 2558) (3) เจล ที่มีส่วนผสมสารสกัดยาทาพระเส้นร้อยละ 5 (จารุวรรณ โตเชลางค์ et al., 2560) และ (4) สเปรย์ ยาทาพระเส้นที่ผลิตตามกรรมวิธีจากตำราพระโอสถพระนารายณ์ (ณัฐกาญจน์ รุจิวงษ์ศิริกุล, 2560) มีรายงานการศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของยาทาพระเส้น พบว่าสารสกัดตำรับยาทาพระเส้นมีฤทธิ์ต้านการอักเสบ ความเป็นพิษ และต้านอนุมูลอิสระ (สุพนิดา วินิจฉัย & พัลลภา วุฒิภาพรกุล, 2559) ปัจจุบันมีรายงานการศึกษาของยาทาพระเส้นทางคลินิกพบว่า ยาทาพระเส้นสามารถลดความปวดในผู้ป่วยโรคลมจับโป่งเข้า (อาการปวด บวมแดง มีสภาวะข้อเข่างอไม่ได้องศา ขณะเดินในเช้ามีเสียงกรอบแกรบ และอาจปวดมากเวลาเปลี่ยนอิริยาบถ) ได้ โดยค่าคะแนนเฉลี่ยหลังการใช้ยาทาพระเส้น เท่ากับ 2.70 ± 1.71 เมื่อเปรียบเทียบกับระดับความปวดก่อนใช้ยา (4.59 ± 2.36) และระดับอาการข้อฝืดของผู้ป่วยลดลง (มนตร์ปาจริย์ ณ ร้อยเอ็ด และคณะ, 2562) ยาทา

พระเส้นมีประสิทธิภาพในการบรรเทาอาการปวด ลดอาการข้อฝืด และเพิ่มความสามารถในการทำงานข้อเข้าได้ดีกว่ายาไโดโคลฟีแนค เจลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ความสามารถในการลดอาการบวมของข้อเข้าไม่แตกต่างจากยาไโดโคลฟีแนคเจลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ผู้ป่วยมีระดับความพึงพอใจต่อการใช้อยาทาพระเส้นสูงกว่ายาไโดโคลฟีแนคเจล และไม่พบอาการข้างเคียงจากการใช้อยาทาพระเส้น (คณิตา เฟื่องสุตและธวัชชัย กมลธรรม, 2022) ขณะที่การใช้เจลยาทาพระเส้นเพื่อลดอาการปวดกล้ามเนื้อบริเวณคอ บ่า และไหล่ โดยทาวันละประมาณ 2.5 กรัม ติดต่อกันเป็นเวลา 6 วัน สามารถลดค่า pain score ของกลุ่มตัวอย่างจาก 4 เหลือ 2 (Sittiprom et al., 2023) จากข้อมูลการศึกษาทั้งในระดับหลอดทดลองและทางคลินิก พบว่ายาทาพระเส้นมีประสิทธิภาพในการลดการอักเสบและบรรเทาอาการปวดกล้ามเนื้อ หากมีการประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคโนโลยีด้านการนำส่งยา อาจช่วยเพิ่มการซึมผ่านของสารสำคัญเข้าสู่ผิวหนังและส่งไปยังตำแหน่งเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ผลึกเหลว (Liquid crystal; LC) เป็นระบบกึ่งของแข็งกึ่งของเหลวที่เกิดจากกระบวนการผสมน้ำกับน้ำมันให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียว โครงสร้างของผลึกเหลวมักจัดเรียงตัวในลักษณะแลมัลลาร์ (Lamellar structure) ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับชั้นไขมันระหว่างเซลล์ (Intercellular lipid) ในผิวหนังมนุษย์ คุณสมบัติเด่นของผลึกเหลวคือความสามารถในการนำพาสารสำคัญให้แทรกซึมเข้าสู่ชั้นผิวหนังได้ลึกขึ้น พร้อมทั้งช่วยเสริมความแข็งแรงของเกราะป้องกันผิว (Skin barrier) ส่งผลให้ผิวกักเก็บและรักษาความชุ่มชื้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นเฉพาะจุดที่ต้องการผ่านกลไกการนำส่งสารที่ยังมอบสัมผัสที่นุ่มนวลและสบายผิวหลังการใช้ผลิตภัณฑ์ (Tadwee et al., 2012) ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำตำรับยาทาพระเส้นจากตำราพระโอสถพระนารายณ์มาพัฒนายาให้อยู่ในรูปแบบอิมัลชันผลึกเหลว เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์อิมัลชันที่มีประสิทธิภาพ ช่วยเพิ่มการดูดซึมของตัวยาให้เข้าสู่ผิวได้ดียิ่งขึ้น และทำการประเมินผลลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี ความคงตัวระยะสั้น และความคงตัวของอิมัลชันในระยะยาว เพื่อให้ได้สูตรที่มีความคงตัว ผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับและสามารถใช้ลดอาการปวดในกลุ่มอาการทางระบบกล้ามเนื้อได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสูตรตำรับยาทาพระเส้นในรูปแบบอิมัลชันผลึกเหลว
2. เพื่อศึกษาความคงตัวของสูตรตำรับยาทาพระเส้นในรูปแบบอิมัลชันผลึกเหลว

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. แหล่งที่มาของวัตถุดิบ

สมุนไพรจำนวน 13 ชนิด ได้มาจาก 3 แหล่ง โดยแบ่งจากพืชสมุนไพรสด ได้แก่ ตะไคร้ (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf.; Gramineae) พริกไทย (*Piper nigrum* L.; Piperaceae) ข่า (*Alpinia galanga* (Linn.) Swartz.; Zingiberaceae) กระชาย (*Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf.; Zingiberaceae) หอมแดง (*Allium ascalonicum* L.; Amaryllidaceae) และกระเทียม (*Allium sativum* L.; Alliaceae) ซื้อจากตลาดสี่มุมเมือง จังหวัดปทุมธานี (พิกัด GPS: 13°57'19.5"N 100°36'28.7"E) ใบชี้เหล็ก (*Cassia siamea* Britt.; Fabaceae) และใบมะขาม (*Tamarindus indica* L.; Leguminosae) เก็บจากสวนสมุนไพร วิทยาลัยการแพทย์แผนตะวันออก มหาวิทยาลัยรังสิต (พิกัด GPS: 13°57'49.3"N 100°35'08.9"E) พืชสมุนไพรแห้ง ได้แก่ ใบมะค่าไก่ (*Drypetes*

roxburghii (Wall.) Hurusawa. Euphorbiaceae) ใบเลี่ยน (*Melia azedarach* L.; Meliaceae) ใบทองแตก (*Baliospermum montanum* Muell.A; Euphorbiaceae) ยาดำ (*Aloe vera* (L.) Burm.f.; Asphodelaceae) และ มหาหิงค์ (*Ferula assafoetida* L.; Apiaceae) ได้ซื้อจากร้านขายสมุนไพรเจ้ากรมเปือ กรุงเทพมหานคร (พิกัด GPS: 13.742485549156367, 100.50334092377491) โดยการเก็บและจัดซื้อสมุนไพร อยู่ในระหว่างเดือนมกราคม – กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 สมุนไพรทุกชนิดได้รับการตรวจสอบลักษณะทางพฤกษศาสตร์ระดับมหภาค (Macroscopic Identification) โดยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง ได้แก่ อาจารย์นิรันดร์ วิพันธุ์เงิน ซึ่งมีความเชี่ยวชาญด้านเภสัชกรรมไทยและพฤกษศาสตร์ และดำรงตำแหน่งอาจารย์ประจำหมวดวิชาเภสัชเวชและตัวยา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

สารเคมีที่ใช้เป็นส่วนประกอบในสูตรตำรับ ได้แก่ NIKKOMULESE LC , Cetosteryl alcohol, Caprylic/capric triglyceride, 1, 3-Butylene glycol, Carbopol 940 และ L-Arginine ได้จาก บริษัท วันรัต (หน้าเขียน) จำกัด ประเทศไทย

2. การเตรียมสารสกัดยาทาพระเส้นด้วยเอทานอล

นำสมุนไพรสด ได้แก่ ตะไคร้หอม ใบขี้เหล็ก ใบมะขาม พริกไทย ข่า กระชาย หอมแดง และกระเทียมมาล้างให้สะอาดและตากแดดให้แห้ง หั่นหรือตำให้มีขนาดเล็ก ชั่งน้ำหนักสมุนไพรสด **ดังแสดงในตารางที่ 1** ซึ่งคำนวณจากอัตราส่วนที่ระบุในตำราพระโอสถพระนารายณ์ (สำนักคุ้มครองภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย กรมการพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก, 2555) สกัดด้วยวิธีแช่หมักสมุนไพรทั้งหมดด้วย 95 % เอทานอล ปริมาตร 9.5 ลิตร ซึ่งคิดเป็นอัตราส่วนระหว่างสมุนไพรสดต่อเอทานอลเท่ากับ 1:5 โดยปริมาณเอทานอลที่ใช้สามารถท่วมตัวอย่างสมุนไพรสดได้อย่างพอดี ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่มีรายงานการใช้สกัดสมุนไพรแบบทิ้งเจอร์ (Busia, 2024) ในภาชนะปิดด้วยพลาสติกใส ณ อุณหภูมิห้อง (25 ± 5 องศาเซลเซียส) โดยต้องคนสมุนไพรทุกวัน ๆ ละ 15 นาที เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำสารสกัดตำรับยาทาพระเส้นกรองผ้าขาวบางและกรองต่อด้วยกระดาษกรอง (Whatman เบอร์ 1) ผ่านปั๊มสุญญากาศ (Rocker 400C) และทำให้แห้งด้วยเครื่องกลั่นระเหยสารแบบหมุน (BUCHI-R100) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส อัตราการหมุน 90 รอบต่อนาที แรงดัน 175 mbar นำสารสกัดที่เหลือไประเหยให้แห้งโดยใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ (WNE Series) ที่อุณหภูมิ 80 ± 5 องศาเซลเซียส เพื่อกำจัดน้ำในสารสกัด ชั่งน้ำหนักสุทธิ บันทึกน้ำหนักของสารสกัดยาทาพระเส้นเข้มข้น และคำนวณหาปริมาณสารสกัด (% yield crude extract) ด้วยสมการ

$$\% \text{ yield crude extract} = \left(\frac{\text{น้ำหนักของสารสกัดพืช}}{\text{น้ำหนักของสมุนไพรทั้งหมด}} \right) \times 100$$

(Phrompittayarat et al., 2007)

ตารางที่ 1 ข้อมูลส่วนประกอบของตำรับยาทาพระเส้น (คณะกรรมการจัดทำตำราอ้างอิงยาสมุนไพร ในคณะกรรมการคุ้มครองและส่งเสริมภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย, 2558; วุฒิ วุฒิธรรมเวช และ คณะ, 2550)

ลำดับ	พืชสมุนไพร	ส่วนที่ใช้	รสยา	อัตราส่วน	น้ำหนัก (กรัม)	สรรพคุณ ^{1, 2}	วิเคราะห์ด้วยยา ²
1	มะคำไก่ (<i>D. roxburghii</i>)	ใบ	ขม	16	720	แก้พิษฝี และแก้เส้นเอ็น	ตัวยาตรง (แก้ปวดเมื่อย)
2	ตะไคร้ (<i>C. citratus</i>)	ทั้งต้น	ปร่า	4	180	ขับลมในลำไส้ บำรุงไฟธาตุ	-
3	ขี้เหล็ก (<i>C. siamea</i>)	ใบ	ขม	4	180	ช่วยระบายท้อง	ตัวยาตรง (แก้ปวดเมื่อย)
4	ตองแตก (<i>B. montanum</i>)	ใบ	เผื่อน	4	180	แก้ฟกช้ำ	ตัวยาช่วย (แก้ปวดเมื่อย)
5	มะขาม (<i>T. indica</i>)	ใบ	เปรี้ยว ผาด	4	180	ขับเสมหะในลำไส้ แก้บิด	
6	เลี่ยน (<i>M. azedarach</i>)	ใบ	ขมเมา	4	180	ขับพยาธิ แก้ผิวหนัง ขับปัสสาวะ	-
7	พริกไทย (<i>P. nigrum</i>)	ผล	เผ็ด ร้อน	1	45	แก้ลมอัมพฤกษ์ ลมมุตขาด	ตัวยาช่วย (แก้ปวดเมื่อย)
8	ข่า (<i>A. Galangae</i>)	เหง้า	เผ็ด ร้อนซ่า	1	45	ขับลม แก้บวม ฟกช้ำ	
9	กระชาย (<i>B. rotunda</i>)	เหง้า	เผ็ด ร้อนขม	1	45	แก้ปวดมวนในท้อง แก้ท้องอืด บำรุงกำลัง	-
10	หอมแดง (<i>A. ascalonicum</i>)	ลำต้น	ร้อน	1	45	ยาขับลม	-
11	กระเทียม (<i>A. sativum</i>)	หัว	ร้อนฉุน	1	45	แก้โรคผิวหนัง บำรุงธาตุ แก้โรคประสาท	ตัวยาช่วย (แก้ปวดเมื่อย)
12	ยาดำ (<i>A. Vera</i>)	ยาง	เหม็น ขม	1	45	ยาระบาย	-
13	มหาหิงค์ (<i>F. assa-foetida</i>)	ยาง	ขมร้อน เหม็น	1	45	ขับลมในลำไส้ แก้ปวดท้อง	-

¹(คณะผู้ทรงคุณวุฒิ สภาการแพทย์แผนไทย, 2557)

²(กระทรวงสาธารณสุข, 2556)

3. การเตรียมอิมัลชันผลึกเหลว

อิมัลชันผลึกเหลวถูกปรับปรุงจากรายงานวิจัยก่อนหน้า (Bunma et al., 2013) โดยสูตรตำรับและสัดส่วน แสดงในตารางที่ 2 และมีขั้นตอนการเตรียมอิมัลชันผลึกเหลว ดังนี้

3.1 เตรียมวัตถุดิบน้ำมัน ได้แก่ NIKKOMULESE LC ซีเทียริวแอลกอฮอล์ (cetostearyl alcohol) แคปรีลิก/แคปริก ไตรกลีเซอไรด์ (caprylic/capric triglyceride) และสารสกัดยาทาพระ

เส้น เตรียมในปิกเกอร์ ให้ความร้อนด้วยเครื่อง Hotplate ใช้เทอร์โมมิเตอร์ชนิดปรอท วัดอุณหภูมิ ที่ 70-75 องศาเซลเซียส

3.2 เตรียมวัตถุน้ำ ได้แก่ 1,3-บิวทิลีนไกลคอล (1, 3-Butylene glycol) คาร์โบพอล 940 (carbopol 940) (ส่วนที่ 1) แอล-อาร์จินีน (L-Arginine) และน้ำกลั่น เตรียมในปิกเกอร์ ให้ความร้อนด้วยเตาไฟฟ้า ใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ ที่ 73-78 องศาเซลเซียส แล้วโปรย carbopol (ส่วนที่ 2) ในน้ำกลั่นจนเกิดฟอง

3.3 เตรียมอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (oil in water mixing; O/W) โดยการนำวัตถุน้ำ (3.2) เทลงในวัตถุน้ำมัน (3.1) คนตลอดเวลาจนอิมัลชันเย็นลงที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จากนั้นเติม Carbopol (ส่วนที่ 2) คนจนอิมัลชันเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเติม 1,2-ไดเมทิลอล-5,6-ไดเมทิลไฮแดนโทอิน (DMDM hydantoin) และคนอิมัลชันให้เนียนด้วยเครื่องปั่นครีม (Daihan HG15D) ที่ความเร็ว 400 รอบต่อนาที นาน 10 นาที จนอิมัลชันเป็นเนื้อเดียวกัน นำอิมัลชันยาทาพระเส้นที่ได้ไปประเมินลักษณะทางกายภาพ ลักษณะทางเคมี และทดสอบความคงตัวในระยะสั้นและระยะยาว

ตารางที่ 2 อัตราส่วนของตำรับยาทาพระเส้น 7 สูตร

สารเคมี	สูตร (ร้อยละ น้ำหนัก/น้ำหนัก)							หน้าที่
	1	2	3	4	5	6	7	
วัตถุน้ำมัน								
NIKKOMULESSE LC	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	ทำให้เกิดโครงสร้างผลึกเหลว
Cetosteryl alcohol	6.0	6.0	8.0	10.0	10.0	10.0	12.0	ให้อิมัลชันชั้นและให้ความคงตัว
Caprylic/capric triglyceride	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	เพิ่มความหนืดและให้ความชุ่มชื้น
สารสกัดยาทาพระเส้น	0.5	0.2	0.2	0.2	1.0	1.0	1.0	สารสำคัญ
วัตถุน้ำ								
1, 3-Butylene glycol	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	ตัวทำละลายและให้ความชุ่มชื้น
Carbopol 940	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	1.0	1.0	สารก่อเจล
L-Arginine	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	เสริมสร้างเกราะป้องกันผิว
DMDM Hydantoin	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	สารกันเสีย
น้ำ Deion	ปรับให้ครบ 100							ตัวทำละลาย

4. การประเมินความคงตัวของอิมัลชันผลึกเหลว

อิมัลชันผลึกเหลวจำนวน 7 สูตร ซึ่งบรรจุในภาชนะปิกเกอร์ที่ปิดผนึกด้วยแผ่นพอยด์อลูมิเนียม นำมาทดสอบความคงตัว 2 ลักษณะ คือ ทดสอบความคงตัวระยะสั้นด้วยวิธีใช้อุณหภูมิร้อนสลับเย็น (heating cooling cycle) เพื่อเร่งปฏิกิริยาการสลายตัวหรือการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และทางกายภาพของอิมัลชันผลึกเหลว โดยการเก็บอิมัลชันผลึกเหลวในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อม (climatic stability chamber; BINDER; BD 23) ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง

จากนั้นสลับเป็นอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง นับเป็น 1 รอบ ทำการทดสอบรวมทั้งสิ้น 6 รอบ แล้วนำมาบันทึกผลการทดลอง และทดสอบความคงตัวระยะยาวโดยการเก็บอิมัลชันผลึกเหลวไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 5 องศาเซลเซียส) นาน 1 เดือน แล้วนำมาบันทึกผลการทดลอง

5. การประเมินคุณภาพของอิมัลชันผลึกเหลวในห้องปฏิบัติการขั้นต้น (เสาวนีย์ กระสานตีสุข และ หทัยชนก รุณรงค์, 2549)

5.1 การประเมินลักษณะทางกายภาพของอิมัลชันผลึกเหลว ด้วยการสังเกต 5 ด้าน ได้แก่ ลักษณะเนื้ออิมัลชันผลึกเหลว สี กลิ่น การแยกชั้น และความรู้สึกเมื่อทาครีม

5.2 การประเมินลักษณะทางเคมี ประกอบด้วยการวิเคราะห์ความหนืดของอิมัลชันผลึกเหลว ด้วยเครื่องวัดความหนืด (FUNGILAB VISCO STAR plus L V50003) ขนาดหัววัด L4 ความเร็วรอบของการหมุนอยู่ที่ 1.0 รอบต่อนาที ณ อุณหภูมิ 27.9 องศาเซลเซียส และการวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH) เจือจางอิมัลชันผลึกเหลวในน้ำกลั่น ที่อัตราส่วน 1:9 และวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter (APERA; pH 700)

6. การตรวจสอบโครงสร้างของผลึกเหลว

คัดเลือกสูตรตำรับอิมัลชันผลึกเหลวที่มีความคงตัวมากที่สุด นำอิมัลชันผลึกเหลวมาตรวจสอบโครงสร้างของผลึกเหลวเพื่อหาลักษณะ maltese cross structure ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่ส่องด้วยแสงโพลาไรซ์ (Olympus; BX53) กำลังขยาย 40 เท่า โดยนำอิมัลชันผลึกเหลวที่ผ่านการทดสอบความคงตัวระยะสั้น และอิมัลชันผลึกเหลวที่ผ่านการทดสอบความคงตัวระยะยาว (ตั้งที่อุณหภูมิห้อง นาน 1 เดือน) เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของลักษณะ maltese cross structure

ผลการวิจัย

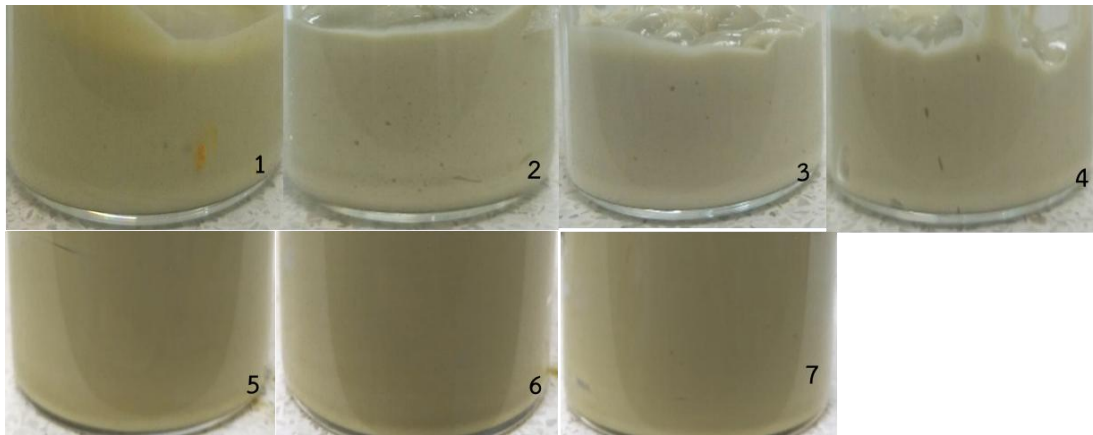
1. การเตรียมสารสกัดยาทาพระเส้นด้วยเอทานอล

การสกัดยาทาพระเส้นด้วยเอทานอล ใช้สมุนไพรทั้งหมด 1,935 กรัม และได้สารสกัดยาทาพระเส้น 175.7 กรัม คิด % yield ได้ร้อยละ 9.08 น้ำหนักโดยน้ำหนัก สารสกัดที่ได้มีสีเขียวเข้ม ลักษณะของสารสกัดคล้ายยางมะตอยและมีกลิ่นฉุนของตำรับยาทาพระเส้น

2. ผลการพัฒนาตำรับยาทาพระเส้นในรูปแบบอิมัลชันผลึกเหลว

การพัฒนาตำรับยาทาพระเส้นในรูปแบบอิมัลชันผลึกเหลว โดยการปรับอัตราส่วนของวัฏภาคน้ำมันและวัฏภาคน้ำ เช่นสาร cetosteryl alcohol ร้อยละ 6 - 12 อัตราส่วนของสาร carbopol ร้อยละ 0.1 - 1 และอัตราส่วนของสารสกัดยาทาพระเส้นที่ร้อยละ 0.2 - 1 (ตารางที่ 2) พบว่าลักษณะทางกายภาพของอิมัลชันผลึกเหลวยาทาพระเส้นทั้ง 7 สูตรตำรับ มีลักษณะเป็นเนื้ออิมัลชันผลึกเหลวเนียนละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน สีเขียวอ่อน ไม่เกิดการแยกชั้น เมื่อทาลงบนผิวแล้ว พบว่าการกระจายตัวซึมเข้าผิวได้ดีและยังให้ความชุ่มชื้นดี สำหรับกลิ่นของอิมัลชันผลึกเหลวพบว่าสูตร F-1, F-2, F-3 และ F-4 ไม่มีกลิ่น แต่สูตร F-5, F-6 และ F-7 มีกลิ่นของสารสกัดเล็กน้อย สีของอิมัลชันผลึกเหลวจะมีสีเขียวยาว (ภาพประกอบที่ 1) สำหรับลักษณะทางเคมี เมื่อเพิ่มอัตราส่วนของ cetosteryl alcohol ของสูตร F2, F3 และ F4 ส่งผลให้เนื้ออิมัลชันผลึกเหลวมีความหนืดและความเป็นกรด-ด่าง เพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่สูตร F5 ซึ่งลดอัตราส่วนของ carbopol ลง ส่งผลให้ค่าความหนืดและความเป็นกรด-ด่างของอิมัลชันผลึกเหลวลดลง ทั้งนี้เมื่อนำอิมัลชันผลึกเหลวทั้ง 7 สูตรไปทดสอบความคงตัวระยะสั้นของอิมัลชันผลึกเหลวด้วยวิธี Heating cooling cycle จำนวน 6 รอบและ

ทดสอบความคงตัวระยะยาวโดยการเก็บอิมัลชันผลึกเหลวไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 1 เดือน พบว่าสูตรตำรับอิมัลชันผลึกเหลวทั้งหมดไม่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ



ภาพประกอบที่ 1 แสดงลักษณะทางกายภาพของอิมัลชันผลึกเหลวยาทาพระเส้นทั้ง 7 สูตร

3. ผลการประเมินความคงตัวของอิมัลชันผลึกเหลว

อิมัลชันผลึกเหลวยาทาพระเส้นจำนวน 7 สูตร ก่อนและหลังทดสอบความคงตัวด้วยวิธี Heating cooling cycle จำนวน 6 รอบและความคงตัวระยะยาวโดยการตั้งที่อุณหภูมิห้องนาน 1 เดือน พบว่าสูตรตำรับอิมัลชันผลึกเหลวยาทาพระเส้น ทั้ง 7 สูตรไม่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ การแยกชั้น เปลี่ยนสี รวมไปถึงกลิ่นของอิมัลชันผลึกเหลวยาทาพระเส้น แต่พบการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางเคมีของอิมัลชันผลึกเหลวยาทาพระเส้น ดังนี้

3.1 ความเป็นกรด-ด่าง

ความเป็นกรด-ด่างของอิมัลชันผลึกเหลวยาทาพระเส้น หลังเตรียมพบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 3.96 – 6.55 ซึ่งอิมัลชันผลึกเหลวยาทาพระเส้นสูตร F7 มีค่า pH ต่ำสุด (3.96) รองลงมาคืออิมัลชันผลึกเหลวยาทาพระเส้นสูตร F1 (4.44) ขณะที่อิมัลชันผลึกเหลวยาทาพระเส้นสูตร F2-F6 มีค่า pH อยู่ในช่วง 4.93 - 6.55 หลังนำอิมัลชันผลึกเหลวยาทาพระเส้นไปทดสอบความคงตัวระยะสั้นและระยะยาว 1 เดือน พบว่าอิมัลชันผลึกเหลวยาทาพระเส้น ทั้ง 7 สูตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 3.77 – 6.32 และ 3.90 – 6.85 ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

3.2 ความหนืด

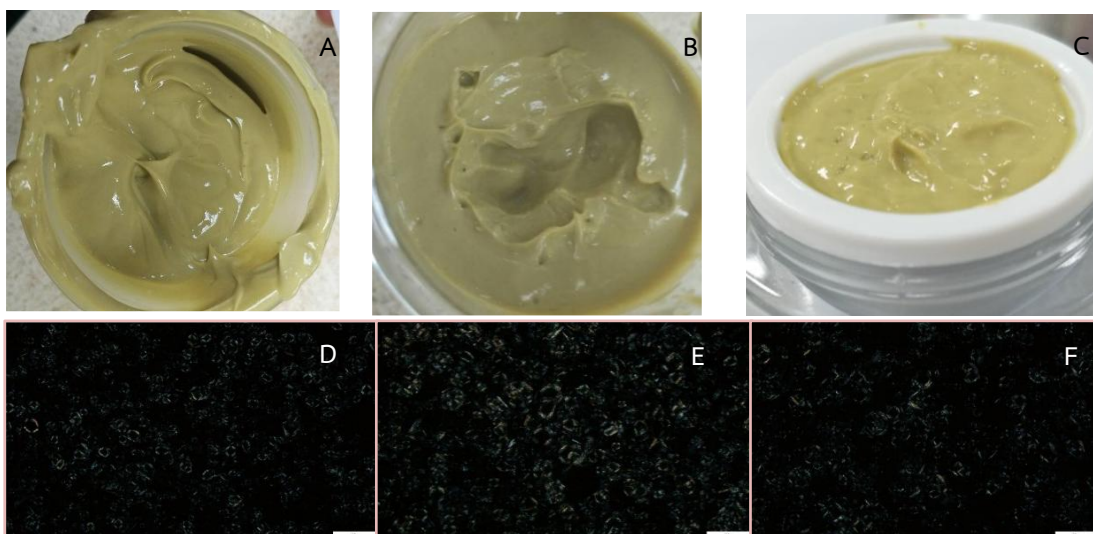
ทดสอบความคงตัวระยะสั้นและความคงตัวระยะยาวของอิมัลชันผลึกเหลวยาทาพระเส้น พบว่า อิมัลชันผลึกเหลวยาทาพระเส้นสูตร F-2 และ F-5 มีการเปลี่ยนแปลงของค่าความหนืดน้อยที่สุด อยู่ในช่วง 104,333-106,470 และ 134,977 – 139,317 mPas ตามลำดับ แสดงถึงความเสถียรที่ดี เมื่อพิจารณาความเป็นกรด-ด่างของอิมัลชันผลึกเหลว สูตร F-2 มีค่า pH (5.06 – 5.26) เป็นกรดมากกว่า F-5 (5.61 – 5.78) จึงไม่เหมาะที่จะนำมาพัฒนาเป็นตำรับยาทาพระเส้นในรูปแบบอิมัลชันผลึกเหลว ดังนั้นจึงเลือกสูตร F-5 ซึ่งมีลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางเคมีที่เหมาะสม เมื่อผ่านการทดสอบความคงตัวระยะสั้นและระยะยาว พบว่ามีความคงตัวดีแสดงให้เห็นว่าสูตรตำรับมีความเสถียรในระดับหนึ่ง ไปทดสอบโครงสร้างโดยการนำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ภายใต้แสงโพลาไรซ์เพื่อดูลักษณะ Maltese Cross ซึ่งเป็นคุณลักษณะของผลึกเหลว

ตารางที่ 3 แสดงผลการประเมินลักษณะทางเคมีของอิมัลชันผลึกเหลวยาทาพระเส้นก่อน-หลังทดสอบความคงตัว

สูตร	ก่อนทดสอบความคงตัว		หลังทดสอบความคงตัวระยะสั้น ด้วยวิธี Heating-Cooling Cycle		หลังทดสอบความคงตัวระยะยาว โดยเก็บอิมัลชันผลึกเหลวที่ อุณหภูมิห้อง 1 เดือน	
	ความหนืด (mPas)	ค่า pH	ความหนืด (mPas)	ค่า pH	ความหนืด (mPas)	ค่า pH
F-1	75,689	4.44	31,500	4.87	31,891	4.94
F-2	106,470	5.19	104,333	5.06	105,008	5.26
F-3	360,380	5.75	258,227	5.69	259,017	5.96
F-4	392,612	6.55	435,984	6.32	436,034	6.85
F-5	134,977	5.76	138,801	5.61	139,317	5.78
F-6	115,044	4.93	350,016	4.01	350,982	4.43
F-7	238,352	3.96	433,643	3.77	433,984	3.90

4. การตรวจสอบโครงสร้างของผลึกเหลว

การประเมินผลการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ภายใต้แสงโพลาไรซ์ รุ่น Olympus Model BX53; Software Version; OLYMPUS cell Sens Dimension 2.1 (Build 17342) ห้องปฏิบัติการจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยการคัดเลือกอิมัลชันผลึกเหลวสูตรตำรับที่มีความคงตัวทางกายภาพและทางเคมี สูตร F5 ซึ่งมีอัตราส่วนของ NIKKOMULESE LC ร้อยละ 5 แสดงโครงสร้าง maltese cross ทั้งนี้เมื่ออิมัลชันผลึกเหลวสูตร F5 ที่ผ่านการทดสอบความคงตัวระยะสั้นด้วยวิธี Heating cooling cycle และความคงตัวระยะยาวด้วยการเก็บอิมัลชันผลึกเหลวไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 1 เดือน มาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ภายใต้แสงโพลาไรซ์ พบว่าอิมัลชันผลึกเหลวยังแสดงโครงสร้าง maltese cross (ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2; E และ F) แสดงให้เห็นว่าอิมัลชันผลึกเหลวสูตร F5 มีความคงตัวทั้งทางกายภาพและทางเคมี และยังมีความเสถียรของโครงสร้าง maltese cross จัดเป็นสูตรตำรับที่มีความเหมาะสมสำหรับการพัฒนาเป็นตำรับยาทาพระเส้นในรูปแบบอิมัลชันผลึกเหลวผลึกเหลว



ภาพประกอบที่ 2 แสดงลักษณะทางกายภาพของอิมัลชันผลึกเหลวยาทาพระเส้น สูตร F5; A: ก่อนทดสอบด้วยวิธี Heating cooling cycle, B: หลังทดสอบด้วยวิธี Heating cooling cycle, C: หลังจากตั้งทิ้งไว้ครบ 1 เดือน และโครงสร้างผลึกเหลวยาทาพระเส้นอิมัลชันผลึกเหลวยาทาพระเส้นสูตร F5 แสดงลักษณะ maltese cross structure ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ภายใต้แสงโพลาไรซ์ กำลังขยาย 40X; D: ก่อนทดสอบด้วยวิธี Heating cooling cycle, E: หลังทดสอบด้วยวิธี Heating cooling cycle, F: หลังจากตั้งทิ้งไว้ครบ 1 เดือน

อภิปรายผล

ยาทาพระเส้น เป็นรายการยาสมุนไพรเพิ่มใหม่ ตามประกาศบัญชียาหลักแห่งชาติด้านสมุนไพร ฉบับที่ 2 มีข้อบ่งใช้สำหรับแก้ลมจับโป่ง บรรเทาอาการปวดเนื่องจากข้อเข่าเสื่อม แก้ปวดเมื่อย เคล็ด ขัดยอก โดยมีรูปแบบยาใช้น้ำใช้ภายนอก (คณะกรรมการพัฒนาระบบยาแห่งชาติ, 2568) ยาทาพระเส้นมีส่วนประกอบของสมุนไพร 13 ชนิด มีมะค่าไก่ในตำรับมากที่สุด 16 ส่วน เมื่อพิจารณาตามส่วนประกอบ สรรพคุณ รวมถึงตัวยาสมุนไพรที่เป็นตัวยาสำหรับบรรเทาอาการปวดเมื่อยตามรายการสมุนไพรที่ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องยาสามัญประจำบ้าน พ.ศ. 2556 พบว่ามะค่าไก่และขี้เหล็ก เป็นตัวยาตรง ขณะที่ต้องแตก พริกไทย และกระเทียม เป็นตัวยาช่วย (กระทรวงสาธารณสุข, 2556) และเมื่อพิจารณารสยาของสมุนไพรทั้งหมด พบว่าสมุนไพรส่วนใหญ่ เป็นยาฤทธิ์ร้อน เหมาะกับการพอกยาในผู้ป่วยลมจับโป่งเข่า หรือข้อเข่าเสื่อม เนื่องจากมีรายงานฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของสมุนไพรบางชนิดที่เกี่ยวข้องกับการต้านการอักเสบ เช่น สาร piperine ในพริกไทย สารกลุ่มฟลาโวนอยด์ในกระเทียม และสาร aloenin และ barbaloin ในยาดำนอกจากนี้ยังพบว่าสมุนไพรบางชนิดในตำรับ เช่น มะขาม และ ตะไคร้ เป็นส่วนประกอบใน ลูกประคบสมุนไพร ที่ใช้บรรเทาอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะตะไคร้ซึ่งมีฤทธิ์ต้านการอักเสบ ลดอาการปวด และช่วยให้กล้ามเนื้อผ่อนคลาย (คณะกรรมการการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, 2568) จากสรรพคุณของตำรับดังกล่าว ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงข้อจำกัดของรูปแบบยาในปัจจุบัน จึงได้ดำเนินการพัฒนาตำรับยาทาพระเส้นในรูปแบบผลึกเหลว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการนำส่งสารสำคัญไปยังกล้ามเนื้อได้อย่างจำเพาะมากยิ่งขึ้น

การเตรียมสารสกัดที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ยาทาพระเส้นในครั้งนี้ได้เลือกใช้วิธีการที่สอดคล้องกับตำรับดั้งเดิมตามพระโอษฐพระนารายณ์ (สำนักคุ้มครองภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย กรมการพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก, 2555) โดยมีการปรับปรุงขั้นตอนการสกัดให้เหมาะสมกับการพัฒนายาในปัจจุบัน ด้วยการหมักสมุนไพรสดในเอทานอลเป็นเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิ $25 \pm 5^\circ\text{C}$ ซึ่งช่วยให้สามารถสกัดสารฟลักซ์เคมีกลุ่มกึ่งมีขั้ว เช่น แทนนิน ฟลาโวนอยด์ แอลคาลอยด์ ฟีนอลิก และเทอร์ปีนอยด์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ดวงเพ็ญ ปัทมดิลก, 2566) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานก่อนหน้านี้ที่พบว่าสารสกัดสมุนไพรด้วยเอทานอลแบบทิ้งเจอร์สามารถให้สารฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ในปริมาณสูง (Hudz et al., 2020) สารสกัดที่ได้ถูกทำให้เข้มข้นโดยการกลั่นระเหยสารแบบหมุนที่อุณหภูมิ 50°C และระเหยให้แห้งในอ่างควบคุมอุณหภูมิ $80 \pm 5^\circ\text{C}$ เพื่อช่วยลดปริมาณตัวทำละลายและความชื้นตกค้าง กระบวนการดังกล่าวทำให้สามารถคำนวณความเข้มข้นของสารสกัดที่ใช้ในการเตรียมยาทาพระเส้นในรูปแบบผลิตภัณฑ์ได้อย่างแม่นยำ อย่างไรก็ตามการเลือกใช้อุณหภูมิสูงถึง 90°C ในขั้นตอนการเตรียมสารสกัดอาจส่งผลให้สารสำคัญบางชนิดเกิดการสลายตัวได้ ทั้งนี้มีรายงานว่าสารสกัดสารกลุ่มฟีนอลิกที่อุณหภูมิสูงถึง 150°C ยังคงตรวจพบสารกลุ่มกรดคาเฟอิก (caffeic acid) กรดพี-คูมาริก (p-coumaric acid) กรดเฟรูลิก (ferulic acid) และ ซิงรัลแอลดีไฮด์ (syringaldehyde) โดยสรุปการสกัดสมุนไพรด้วยความร้อนสูงถึง 150°C สามารถตรวจพบสารฟลักซ์เคมีได้แต่มีปริมาณลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดสมุนไพรด้วยความร้อนที่ต่ำกว่า 100°C (Bleus et al., 2024) ดังนั้นวิธีการเตรียมสารสกัดตำรับยาทาพระเส้นในการศึกษาครั้งนี้ซึ่งใช้อุณหภูมิการระเหยสารที่ 80°C จึงมีความเป็นไปได้ว่ายังคงมีสารกลุ่มฟีนอลิกบางชนิดเหลืออยู่ ซึ่งควรมีการวิเคราะห์หาปริมาณสารฟีนอลิกรวมและฟลาโวนอยด์รวมเพิ่มเติมในการศึกษาครั้งต่อไปเพื่อยืนยันองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางชีวภาพของสารสกัดที่ได้

การพัฒนายาทาพระเส้นรูปแบบอิมัลชันผลึกเหลวชนิด oil in water ที่มีระบบนำส่งยาแบบผลึกเหลวจำนวน 7 สูตร พบว่าอิมัลชันผลึกเหลวที่มีสารสกัดร้อยละ 0.2–1 มีลักษณะทางกายภาพของอิมัลชัน คือ สีเขียว ซึ่งใกล้เคียงกับอิมัลชันผลึกเหลวที่มีสารสกัดร้อยละ 8 (สมสิริ นามปิ่นเขต et al., 2550) ผลการทดสอบค่าความเป็นกรด-ด่างแสดงให้เห็นว่า สูตร F1, F2, F6 และ F7 มีค่า pH 3.96–5.19 จัดเป็นกรดต่อผิวหนัง ขณะที่สูตร F3, F4 และ F5 มีค่า pH อยู่ระหว่าง 5.76–6.55 ซึ่งใกล้เคียงกับค่า pH ของชั้น stratum corneum ของผิวหนังมนุษย์ (Proksch, 2018) หลังการทดสอบความคงตัวด้วยวิธี heating-cooling ที่ 50°C และ 4°C สลับกัน 6 รอบ พบว่าค่า pH และความหนืดในอิมัลชันผลึกเหลว สูตร F5 มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย (134,977 - 139,317 mPas) เกิดจากเติมสาร cetosteryl alcohol และสาร capric triglyceride ที่สัดส่วนเหมาะสม ซึ่งช่วยเพิ่มความข้นและเสถียรภาพของระบบอิมัลชัน ส่งผลให้อิมัลชันผลึกเหลวสูตร F5 มีความคงตัวทั้งทางกายภาพและเคมี (Ballmann & Müller, 2008) การตรวจสอบลักษณะ maltese cross ในสูตร F5 ทั้งก่อนและหลังการทดสอบความคงตัว พบโครงสร้าง oily streak และ closely droplets ซึ่งมีลักษณะคล้ายไลโปโซมหลายชั้น (Caritá et al., 2021; Chorilli et al., 2011) แสดงถึงคุณสมบัติของลิควิดคริสตัลที่โมเลกุลจัดเรียงตัวเป็นฟิล์มบางห่อหุ้มวฏภาคภายใน ทำหน้าที่ป้องกันการสัมผัสโดยตรงระหว่างหยดภายใน จึงช่วยให้อิมัลชันมีความคงตัว (Tadwee et al., 2012) ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาครีมมะหาดที่ใช้ NIKKOMULESE LC ร้อยละ 5 (ภากรณ์ ภูสุวรรณและประสาน ตั้งยีนยงวัฒนา, 2558) รวมทั้งรายงานการใช้ระบบผลึกเหลวที่ประกอบด้วย ceto alcohol

และ Polysorbate 60 ซึ่งช่วยปกป้องวิตามินซีและเพิ่มเสถียรภาพของอิมัลชัน (Caritá et al., 2021) ในการศึกษาพบว่าค่าความหนืดของตำรับอยู่มากกว่า 100,000 mPa-s ซึ่งจัดอยู่ในระดับสูงเมื่อเทียบกับการศึกษาของประสานและคณะ (2560) ที่มีค่าความหนืดอยู่ในช่วง 2,371–6,000 cP (Lueprasert & Tangyuenyongwatana, 2560) ความหนืดที่สูงในตำรับนี้อาจเกิดจากโครงสร้างของเฟสในระบบอิมัลชันที่มีการจัดเรียงตัวในลักษณะลามิลลาร์แน่นหนา หรือเกิดการเชื่อมโยงระหว่างอนุภาคของสารลดแรงตึงผิวและโมเลกุลของน้ำ ซึ่งสัมพันธ์กับอัตราส่วนของน้ำต่อน้ำมันในระบบ (70:30) ที่เอื้อต่อการสร้างโครงสร้างคริสตัลเหลวชนิดลามิลลาร์ ทำให้ตำรับมีความหนืดและความคงตัวสูง อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษานี้ ไม่สอดคล้องกับรายงานของ Falco และคณะ (1974) ที่ระบุว่าค่าความหนืดสูงกว่า 100,000 cP หรือ mPa-s เกิดจากอัตราส่วนของน้ำต่อน้ำมันในช่วง 2:3.5 ซึ่งเป็นบริเวณที่เกิดการกลับเฟส (phase inversion) ของระบบไมโครอิมัลชัน ทำให้เฟสมีการจัดเรียงตัวในลักษณะทรงกระบอกและชั้นลามิลลาร์ที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลสูง (Falco et al., 1974)

โดยสรุปการศึกษานี้เป็นการรายงานผลการพัฒนาทาพระเส้นในรูปแบบอิมัลชันผลึกเหลวเป็นครั้งแรก จึงได้ดำเนินการศึกษาความคงตัวเบื้องต้นของอิมัลชันผลึกเหลวทาพระเส้น โดยประเมินลักษณะทางกายภาพและทางเคมีภายใต้เงื่อนไขอุณหภูมิและระยะเวลาที่แตกต่างกัน (dependent replication) ได้แก่ หลังการเตรียมอิมัลชันเสร็จทันที หลังผ่านการทดสอบความคงตัวระยะสั้น และหลังผ่านการทดสอบความคงตัวระยะยาว ผลการศึกษาในเบื้องต้นพบว่า อิมัลชันผลึกเหลวทาพระเส้นสูตร F5 มีความคงตัวทางกายภาพและทางเคมีดีที่สุด แสดงให้เห็นถึงศักยภาพขององค์ประกอบตำรับในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ยาในอนาคต

บทสรุป

การพัฒนาตำรับยาทาพระเส้นในรูปแบบอิมัลชันผลึกเหลว ด้วยการใช้สาร NIKKOMULESE LC ซึ่งเป็นสารก่อให้เกิดอิมัลชันในรูปแบบผลึกเหลวที่มีคุณสมบัติสร้างความคงตัวให้กับอิมัลชัน เพิ่มความชุ่มชื้นให้กับผิว จำนวน 7 สูตรตำรับ พบว่าอิมัลชันผลึกเหลวทาพระเส้น สูตร F5 มีความคงตัวทางกายภาพและทางเคมีมากที่สุด คือ เนื้ออิมัลชันเนียนละเอียดเป็นเนื้อเดียวกันไม่มีการแยกชั้น มีความชุ่มชื้นกระจายตัวซึมเข้าผิวได้ดี มีสีเขียวย่อมน ๆ มีกลิ่นของสารสกัดเล็กน้อย ค่าความหนืดอยู่ที่ 134,977 mPas ค่า pH 5.76 ซึ่งใกล้เคียงกับผิวหนังของมนุษย์ และเมื่อนำไปทดสอบความคงตัวระยะสั้นด้วยวิธี Heating cooling cycle และความคงตัวระยะยาวโดยการเก็บอิมัลชันผลึกเหลวทาพระเส้น ไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 1 เดือน อิมัลชันผลึกเหลวทาพระเส้นยังคงมีความคงตัวทั้งทางกายภาพและทางเคมี และมีความเสถียรของโครงสร้างที่เป็นผลึกเหลว โดยสูตรตำรับนี้ใช้สาร NIKKOMULESE LC ร้อยละ 5 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมให้อิมัลชันตำรับยาทาพระเส้นที่ดีและเหมาะสมที่สุดที่จะนำไปพัฒนาต่อในเชิงการค้า

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณงบประมาณสนับสนุนจากวิทยาลัยการแพทย์แผนตะวันออก มหาวิทยาลัยรังสิต และเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิทยาลัยการแพทย์แผนตะวันออก มหาวิทยาลัยรังสิตที่ให้การสนับสนุนอุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ นอกจากนี้ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่สนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือในการวิจัย มากไปกว่านี้ขอขอบพระคุณ

อาจารย์นิรันดร์ วิพันธุ์เงิน อาจารย์ประจำหมวดวิชาเภสัชเวชและด้วยยา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจสอบพืชสมุนไพร ตลอดจนผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกสัชกรประสาน ตั้งยีนยงวัฒนา อาจารย์ประจำวิทยาลัยการแพทย์แผนตะวันออก มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำอันมีคุณค่าในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาตำรับยาสมุนไพร “ยาทาพระเส้น” ซึ่งปรากฏในตำราพระโอสถพระนารายณ์ และบรรจุอยู่ในบัญชียาหลักแห่งชาติ ครั้งนี้มุ่งเน้นการพัฒนารูปแบบตำรับให้อยู่ในรูปแบบอิมัลชันผลิตภัณฑ์ที่มีระบบนำส่งยา เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานและเพิ่มประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้เป็นเพียงขั้นต้น โดยยังจำเป็นต้องมีการวิจัยเพิ่มเติมในหลายด้าน อาทิ การควบคุมคุณภาพวัตถุดิบสมุนไพร การตรวจสอบสารออกฤทธิ์ด้านการอักเสบ การประเมินความเป็นพิษในหลอดทดลอง รวมถึงการศึกษาการซึมผ่านของตัวยาด้วยวิธี Frans cell เพื่อให้ครอบคลุมและรองรับต่อการพัฒนาตำรับยาสมุนไพร

การเปิดเผยผลประโยชน์ทับซ้อน (Conflict of Interest)

งานวิจัยนี้มีความเกี่ยวข้องกับการยื่นขอจดอนุสิทธิบัตรไทย ชื่อการประดิษฐ์ “สูตรตำรับอิมัลชันครีมที่มีส่วนประกอบของตำรับยาทาพระเส้นและเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์” เลขที่คำขอ 2503003809

บรรณานุกรม

- กระทรวงสาธารณสุข. (2556). *ราชกิจจานุเบกษา ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องยาสามัญประจำบ้าน พ.ศ. 2556* (ฉบับที่ 130). กระทรวงสาธารณสุข.
- กองยุทธศาสตร์และแผนงาน สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข. (2567). *สรุปรายงานการป่วย ปี พ.ศ. 2566* (กลุ่มบริหารจัดการข้อมูลขนาดใหญ่ กองยุทธศาสตร์และแผนงาน สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข).
- คณะกรรมการกรรมการแพทย์ กระทรวงการสาธารณสุข. (2568). *คู่มือการใช้ยาสมุนไพรในเวชปฏิบัติ (Thai Herbal Medicine in Clinical Practice: Guidebook)* (พิมพ์ครั้งที่ 1). บริษัท เอ แอนด์ เจ เมดิคอล จำกัด.
- คณะกรรมการจัดทำตำราอ้างอิงยาสมุนไพร ในคณะกรรมการคุ้มครองและส่งเสริมภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย. (2558). *ตำราอ้างอิงยาสมุนไพรไทย เล่ม 2* (พิมพ์ครั้งที่ 1). บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).
- คณะกรรมการพัฒนาระบบยาแห่งชาติ. (2568). *ราชกิจจานุเบกษา ประกาศคณะกรรมการพัฒนาระบบยาแห่งชาติ เรื่องบัญชียาหลักแห่งชาติด้านสมุนไพร (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2568*. กระทรวงสาธารณสุข.
- คณะผู้ทรงคุณวุฒิ สภาการแพทย์แผนไทย. (2557). *เภสัชกรรมไทย (ตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป สาขาเภสัชกรรม กองประกอบโรคศิลปะ)*.
- คณิตา เพ็งสลุต และ ธวัชชัย กมลธรรม. (2022). เปรียบเทียบประสิทธิภาพความปลอดภัยและความพึงพอใจในการใช้ยาของตำรับยาทาพระเส้นกับไดโครฟีเนคเจลในการรักษาโรคข้อเข่าอักเสบ. *วารสารสาธารณสุขและวิทยาศาสตร์สุขภาพ*, 5(3), 154–171.

- จารุวรรณ โตกลางค์, ดลยา ใจสินธุ์ และกุลวรงค์ กรณ์แก้ว. (2560). การพัฒนาตำรับยาทาพระเส้นจากพระคัมภีร์โอสถพระนารายณ์ในรูปแบบยาเตรียมประเภทเจล. *การประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ ครั้งที่ 1*. สำนักวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ ประจำปี 2560, 1-7.
- ณัฐกาญจน์ รุจิวงษ์ศิริกุล. (17 มิถุนายน 2560). *สเปรย์พ่นระงับปวด “คุณพระช่วย” ผลงานนวัตกรรม ประจำปี 2560*. สำนักงานสาธารณสุขอำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี. https://pantong.cbo.moph.go.th/pantong/site/read_doc/5.
- ดวงเพ็ญ ปัทมดิลก. (2566). การเตรียมสารสกัด. *วารสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก*, 21(3), 688–703.
- ภากรณ์ ภูสุวรรณ และ ประสาน ตั้งยืนยงวัฒนา. (2558). การศึกษาผลของ Nikkomulase LC ต่อคุณภาพของครีมนวดในรูปแบบผลึกเหลว. *งานประชุมวิชาการระดับชาติ พัทลุงศึกษา-ภูมิปัญญาชุมชน-ลุ่มน้ำทะเลสาบ ครั้งที่ 1* 27-28 สิงหาคม 2558. วิทยาลัยภูมิปัญญาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ. พัทลุง: สำนักงานวิทยาลัยภูมิปัญญาชุมชน; 2558. หน้า 146.
- มนตร์ปาจริย์ ณ ร้อยเอ็ด, พาสินี บัวกุม, เพ็ญพิมล จิตรวุฒิวาสน์ และ อุไรลักษณ์ วันทอง. (2562). ประสิทธิภาพเบื้องต้นของยาทาพระเส้นเพื่อลดอาการปวดเข่า ของผู้ป่วยโรคลมข้อไขว้โพรงแห่งเข้าทางการแพทย์แผนไทย. *วารสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ ทางเลือก*, 17(3), 447–459.
- วรรณวิมล เมฆวิมล กิ่งแก้ว. (2016). การศึกษาเชิงวิเคราะห์เกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดจากอาการปวดกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อพังผืด: An Analytical Study of the Impact Caused by the Myofascial Pain Syndrome: MPS. *วารสารสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา*, 1(1), 12–29.
- วุฒิ วุฒิธรรมเวช, ปรียากร วุฒิธรรมเวช และชนศักดิ์ วุฒิธรรมเวช. (2550). *คัมภีร์เภสัชรัตนโกสินทร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). บริษัท ศิลป์สยามบรรณกิจและการพิมพ์ จำกัด.
- สมสิริ นามปิ่นเขต, สุรรัตน์ โสภา และอัญชญา แขวงเมฆ. (2550). *การพัฒนาครีมสมุนไพรคลายกล้ามเนื้อจากตำรับยาทาพระเส้น* [วิทยานิพนธ์ปริญญาตรีที่ไม่มีการตีพิมพ์]. วิทยาลัยการแพทย์แผนตะวันออก มหาวิทยาลัยรังสิต.
- สำนักคุ้มครองภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย กรมการพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก. (2555). *คัมภีร์ธาตุพระนารายณ์ ฉบับโบราณ (ตำราพระโอสถพระนารายณ์)* (สำนักคุ้มครองภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย กรมการพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก พิมพ์ครั้งที่ 1). โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก ในพระบรมราชูปถัมภ์.
- สุนิดา วินิจฉัย และพัลลภา วุฒิภาพรกุล. (2558). *ผลิตภัณฑ์บาล์มที่มีส่วนผสมของสมุนไพรในตำรับยาทาพระเส้นโอสถพระนารายณ์*. อนุสิทธิบัตร เลขที่คำขอ 1503001582, กรมทรัพย์สินทางปัญญา.
- สุนิดา วินิจฉัย และพัลลภา วุฒิภาพรกุล. (2559). *ฤทธิ์การต้านอักเสบ ความเป็นพิษ และต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดสมุนไพรของตำรับยาทาพระเส้นโอสถพระนารายณ์และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมนวดทาพระเส้นตำรับโอสถพระนารายณ์*. *การประชุมวิชาการประจำปี*

- การแพทย์แผนไทย การแพทย์พื้นบ้านและการแพทย์ทางเลือกแห่งชาติ ครั้งที่ 13 วันที่ 31 สิงหาคม - 4 กันยายน 2559. กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก.
- เสาวนีย์ กระสานตีสุข และหทัยชนก รุณรงค์. (2549). การพัฒนาตำรับโลชั่นบำรุงผิว [วิทยานิพนธ์ปริญญาเภสัชศาสตรบัณฑิตที่ไม่ได้ตีพิมพ์] คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- Angsusing, J., Singh, S., Samee, W., Tadtong, S., Stokes, L., O'Connell, M., Bielecka, H., Toolmal, N., Mangmool, S., & Chittasupho, C. (2024). Anti-Inflammatory Activities of Yataprasen Thai Traditional Formulary and Its Active Compounds, Beta-Amyrin and Stigmasterol, in RAW264.7 and THP-1 Cells. *Pharmaceuticals*, 17(8), 1-28.
- Ballmann, C., & Müller, B. W. (2008). Stabilizing Effect of Cetostearyl Alcohol and Glycerylmonostearate as Co-emulsifiers on Hydrocarbon-free O/W Glyceride Creams. *Pharmaceutical Development and Technology*, 13(5), 433-445.
- Bleus, D., Blockx, H., Gesquiere, E., Adriaenssens, P., Samyn, P., Marchal, W., & Vandamme, D. (2024). High-Temperature Hydrothermal Extraction of Phenolic Compounds from Brewer's Spent Grain and Malt Dust Biomass Using Natural Deep Eutectic Solvents. *Molecules*, 29(9), 1-18.
- Bunma, N., Mounjaroen, J., & Tanguenyongwatana, P. (2013). Development of Garcinia mangostana extract in liquid crystal cream for topical delivery system. *Thai Journal of Pharmaceutical Sciences*, 38(SUPPL.), 177-179.
- Busia, K. (2024). Herbal Medicine Dosage Standardisation. *Journal of Herbal Medicine*, 46, 100889, 1-9.
- Caritá, A. C., Resende de Azevedo, J., Vinícius Buri, M., Bolzinger, M.-A., Chevalier, Y., Riske, K. A., & Ricci Leonardi, G. (2021). Stabilization of vitamin C in emulsions of liquid crystalline structures. *International Journal of Pharmaceutics*, 592, 120092, 1-7.
- Chorilli, M., Prestes, P. S., Rigon, R. B., Leonardi, G. R., Chiavacci, L. A., Sarmiento, V. H. V., Oliveira, A. G., & Scarpa, M. V. (2011). Structural characterization and in vivo evaluation of retinyl palmitate in non-ionic lamellar liquid crystalline system. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 85(2), 182-188.
- Falco, J. W., Walker, R. D., & Shah, D. O. (1974). Effect of phase-volume ratio and phase-inversion on viscosity of microemulsions and liquid crystals. *An official premier journal of the American Institute of Chemical Engineers Journal*, 20(3), 510-514.
- Hudz, N., Makowicz, E., Shanaida, M., Białoń, M., Jasicka-Misiak, I., Yezerska, O., Svydenko, L., & Wieczorek, P. P. (2020). Phytochemical Evaluation of Tinctures and Essential Oil Obtained from *Satureja montana* Herb. *Molecules*, 25(20), 4763, 1-20.

- Lueprasert, W., & Tangyuenyongwatana, P. (2560). Development of liquid crystal sunscreen with dragon's blood extract. *การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 12 ปีการศึกษา 2560*, 1622–1629.
- Phrompittayarat, W., Putalun, W., Tanaka, H., Jetiyanon, K., Wittaya-Areekul, S., & Ingkaninan, K. (2007). Comparison of Various Extraction Methods of *Bacopa monnieri*. *Naresuan University Journal*, 15(1), 29-34.
- Proksch, E. (2018). pH in nature, humans and skin. *The Journal of Dermatology*, 45(9), 1044–1052.
- Sittiprom, O., Taengvattachote, Y., & Sengsunt, P. (2023). Effectiveness of The Modified Formula of Ya-Tha-Pra-Sen on Relieving Neck and Shoulder Muscle Pain: Clinical Randomize Control Trail. *Journal of Current Science and Technology*, 13(3), 542–550.
- Tadwee, I., Shahi, S., Ramteke, V., & Syed, I. (2012). Liquid Crystals Pharmaceutical Application: A Review. *International Journal of Pharmaceutical Research & Allied Sciences*, 1, 6–11.